

Karakteristik Kain Batik Hasil Pewarnaan Menggunakan Pewarna Alam Gambir (*Uncaria Gambir* Roxb.)

F. Failisnur^{1a)} dan S. Sofyan^{1b)}

¹ Institute for Research and Standardization of Industry - Padang, Ministry of Industry, Indonesia

^{a)}Corresponding/ Main Contributor: failisnur@gmail.com

ABSTRAK

Batik merupakan produk kulturis dengan corak dan motif beragam yang semakin diminati. Pewarnaan pada kain batik melalui proses pelorodan dalam suasana panas dapat mempengaruhi warna dan ketahanan luntur warna kain. Tujuan penelitian adalah untuk melihat pengaruh proses pelorodan terhadap karakteristik kain hasil pewarnaan dengan gambir. Penelitian dilakukan dengan pemakaian bahan pelorod soda abu dan campuran soda abu dengan kanji, penggunaan mordan CaO dan $Al_2(SO_4)_3$ secara *pasca mordanting* pada kain katun dan sutera. Hasil penelitian optimal diperoleh dengan penggunaan bahan pelorod campuran soda abu dan kanji, jenis mordan CaO pada kain sutera dengan arah warna yang lebih tua, ketahanan luntur terhadap pencucian, gosokan dan sinar bernilai baik sampai sangat baik (4-5).

Kata kunci: batik, pelorodan, pewarna alam, *Uncaria gambir* Roxb

Abstract

Batik is a cultural product of Indonesia with diverse feature and design that are increasingly in demand. The coloring of batik cloth through the pelorodan process (the process of dissolving batik wax) in a hot condition can affect the color and physical properties of the fabric. The aim of the study was to see the effect of the pelorodan process on the characteristics of the coloring fabric by gambier produced. The study was carried out by using sodium carbonate and a mixture of sodium carbonate with starch as the dissolver of batik wax, using CaO and $Al_2(SO_4)_3$ as mordants by post mordant method on cotton and silk fabrics. The optimal research results were obtained by using a mixture of sodium carbonate and starch as the material in pelorodan process by using CaO mordant on silk fabric with darker color than others, color fastness of washing, rubbing and light are good to very good value (4-5).

Keywords: batik, wax removing, natural dyes, *Uncaria gambir* Roxb

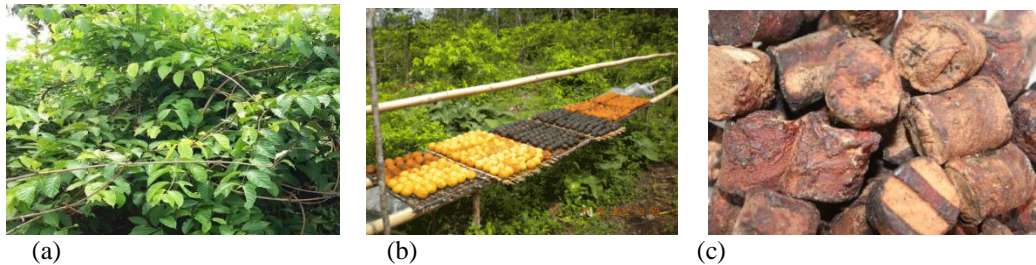
PENDAHULUAN

Tren penggunaan pewarna alami saat ini berkembang pesat sehubungan dengan adanya penelitian tentang toksisitas dan potensi sifat karsinogenik dari pewarna sintetis [1], [2]. Selain beresiko terhadap kesehatan, pewarna sintetis berkontribusi nyata pada masalah lingkungan dengan adanya senyawa berbahaya yang ditemukan dalam pencemaran air limbah [3]. Pewarna alami memberikan kompatibilitas yang tinggi terhadap lingkungan, bersifat non toksik dan hipoalergenik bagi penggunaannya serta ketersediaannya dari berbagai sumber pewarna alami yang cukup dan dapat diperbaharui [4], [5]. Sejumlah besar penelitian tentang pewarna alam telah dilakukan di seluruh dunia.

Semuanya bertujuan untuk mengeksplorasi pewarna alami dari berbagai sumber seperti tanaman, hewan dan mineral serta optimasi proses untuk mengatasi keterbatasan pewarnaan serat tekstil [4], [6], [7].

Salah satu upaya pengembangan zat warna alam adalah dengan memanfaatkan sumber pewarna potensi lokal diantaranya gambir. Sebagai sumber pewarna, gambir telah digunakan sejak zaman dahulu. Namun kajian potensi, penggunaan teknologi proses dan studi kelayakan waktu itu masih sangat terbatas. Tingginya geliat gambir oleh berbagai kepentingan diantaranya petani gambir, pedagang, pemerintah daerah maupun institusi kelitbang telah menjadikan komoditi ini kembali dilirik untuk berbagai kepentingan diantaranya sebagai pewarna tekstil. Alternatif penggunaan gambir sebagai pewarna tekstil disebabkan kandungan taninnya yang cukup tinggi. Variasi warna yang diperoleh dan sifat ketahanan lunturnya terutama disebabkan oleh jenis mordan yang digunakan. Penggunaan tanin sebagai pewarna alami efektif diterapkan pada serat kain yang memiliki afinitas rendah [8].

Gambir adalah hasil ekstraksi dari daun dan ranting tanaman gambir (*Uncaria gambir* Roxb.) melalui proses perebusan, pengempaan, penyaringan dan pengeringan (Gambar 1). Gambir merupakan komoditi multiguna yang sudah digunakan sejak lama untuk berbagai keperluan seperti obat-obatan, penyamak, bahan kosmetik, dan pewarna.



Gambar 1. Tanaman gambir (*Uncaria gambir* Roxb.) (a), pengeringan gambir (b) dan gambir asalan (c).

Ketersediaan gambir sebagai sumber pewarna cukup potensi. Menurut Badan Pusat Statistik Propinsi Sumatera Barat tahun 2018, Total produksi gambir Sumbar tahun 2016 mencapai 17.036,03 ton. Indonesia merupakan pengekspor gambir terbesar yang 80% kebutuhannya dipasok dari Sumatera Barat dan sisanya dari daerah lain [9]. Produk gambir diekspor dalam bentuk produk setengah jadi berupa gambir mentah atau asalan ke berbagai negara [10]. Di negara tujuan diolah kembali menjadi produk jadi dengan nilai jual yang jauh lebih tinggi sehingga nilai tambah dari produk gambir hanya dinikmati oleh pedagang dan negara pengimpor, sehingga diperlukan penelitian dan kajian yang komprehensif untuk komoditi ini.

Penelitian penggunaan zat warna alam dari gambir telah banyak dilakukan [11]–[13], yang menghasilkan pewarnaan dengan intensitas warna yang cukup tinggi, warna cukup bervariasi dan mempunyai ketahanan luntur warna rata-rata baik (4-5). Pewarnaan gambir untuk batik juga telah dilakukan [14]–[16]. Namun kajian tentang pemakaian bahan pelorod yang digunakan pada proses penghilangan lilin batik dengan pewarna gambir belum dilakukan. Proses pelorodan bertujuan untuk menghilangkan lapisan lilin pada motif kain batik. Proses ini menggunakan bahan-bahan tertentu dalam kondisi panas yang dapat mempengaruhi ketahanan luntur warna dan degradasi warna.

Batik merupakan produk warisan budaya bangsa Indonesia yang semakin diminati. Tren penggunaan produk batik berbasis *eco-green* menjadi layak untuk dikembangkan karena mempunyai nilai ekonomi yang tinggi, warna lebih lembut dan natural. Salah satu langkah penting dalam pembuatan batik adalah proses pelorodan. Bahan pelorod yang biasa digunakan adalah air panas [17], air panas dan kanji [18] dan larutan soda abu dalam kondisi panas [16]. Pada penelitian ini digunakan ketiga bahan pelorod tersebut dengan pemakaian tunggal dan campuran.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengamati pengaruh bahan pelorod soda abu dan kanji terhadap hasil pewarnaan kain batik katun dan sutera menggunakan pewarna gambir. Mordan yang digunakan adalah CaO dan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ karena lebih ramah lingkungan, sehingga kain batik hasil pewarnaan lebih aman untuk digunakan.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah gambir asalan yang dihasilkan petani gambir di Nagari Taeh Bukit, Kabupaten 50 Kota, Sumatera Barat. Bahan bantu proses seperti mordan CaO , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, bahan pelorod soda

abu dan kanji (Bratacho Chemical). Kain katun (PT. Primissima, Yogyakarta), kain sutera dan lilin batik (IKM, Yogyakarta). Bahan kimia untuk pengujian diantaranya reagen folin ciocalteu dan ammonum tungstat (Merck). Peralatan penelitian berupa filter 400 mesh, *cruiser*, *homogenizer*, pemanas, *greyscale*, *staining scale*, *laundry meter*, *crook meter*, *dynamometer*, *Spectrofotometer premier colorsan* SS 6200.

Prosedur Penelitian

Ekstraksi Ulang Gambir Asalan

Gambir asalan atau gambir mentah diekstraksi ulang untuk mendapatkan kadar tanin yang lebih tinggi menggunakan pelarut air. Konsentrasi gambir yang digunakan adalah 5%, artinya untuk 1 kg gambir asalan dilarutkan dalam 20 L air. Gambir dilarutkan dalam air panas mendidih $\pm 100^{\circ}\text{C}$ sambil diaduk-aduk agar gambir terlarut lebih sempurna. Larutan kemudian disedimentasikan, didekantasi dan filtrasi. Supernatan yang diperoleh digunakan sebagai pewarna untuk kain katun dan sutera [15].

Pewarnaan Kain

Kain yang akan dicelup dengan pewarna gambir terlebih dahulu direndam dalam air panas $\pm 70^{\circ}\text{C}$ menggunakan deterjen (2 g/10 L air), selama 5-10 menit [15]. Kain dibilas sampai bersih dan dikeringkan. Kain yang sudah kering, siap diproses lebih lanjut untuk dimotif dengan lilin batik.

Kain sutera dan katun yang sudah dimotif dengan lilin batik lalu direndam dalam air dan dikering anginkan. Dalam keadaan kering angin dicelupkan ke dalam ekstrak gambir selama ± 10 menit. Kain yang sudah dicelup kemudian dikering anginkan, pencelupan diulangi sampai tiga kali dengan tujuan agar hasil pewarnaan lebih kuat dan merata.

Pasca Mordanting

a. Pembuatan larutan mordan

Pembuatan larutan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 70 g/L, dan CaO 50 g/L disesuaikan dengan jumlah air dan jumlah bahan yang akan dimordan. Zat mordan dilarutkan dengan air bersih dan aduk-aduk sampai semua bahan larut. Larutan didiamkan selama satu malam dan disaring. Filtratnya diambil sebagai larutan mordan, sedangkan endapan yang tidak larut dibuang.

b. Proses pasca mordanting

Metoda *pasca mordanting* dipilih dalam pewarnaan ini karena memberikan intensitas warna yang lebih tinggi dibandingkan dengan pra dan simultan *mordanting* [12]. Kain yang sudah dicelup dengan warna gambir, dilakukan proses pemordanan untuk membangkitkan warna gambir dengan cara mencelupkannya dalam larutan

Proses pelorodan

Pelorodan bertujuan untuk melarutkan lilin batik pada kain yang telah diwarnai. Pelorodan dengan soda abu dilakukan dengan melarutkan 500 gr soda abu dalam 30 L air, sedangkan dengan campuran soda abu dan kanji dilakukan dengan melarutkan 500 g soda abu dan kanji (1:1) dalam 30 L air [15]. Larutan pelorod dipanaskan sampai mendidih dan kain yang akan diluruhkan lilinnya dimasukkan kedalam larutan pelorodan, sampai lilin larut seluruhnya. Kain yang telah dilorod, kemudian dicuci sampai bersih.

Pengujian

Ekstrak pewarna alam gambir dianalisis beberapa parameter penentu yaitu kandungan utamanya berupa tanin dan katekin (metoda *Folin ciocalteu*). Kain batik hasil pewarnaan dievaluasi arah dan nilai beda warna (Spektrofotometer), ketahanan luntur warna terhadap pencucian (BSN, 2010: SNI ISO 105-C 06), gosokan (BSN, 2008: SNI 0288-2008) dan sinar terang hari (BSN, 2010: SNI ISO 105-B01). Penilaiannya adalah sebagai berikut : nilai 5 (baik sekali, tidak ada perubahan warna kain atau penodaan warna terhadap bahan lain), nilai 4 (baik, sedikit terjadi perubahan atau penodaan warna), nilai 3 (cukup, terjadi perubahan atau penodaan warna), nilai 2 (sedang, terjadi perubahan atau penodaan warna yang menyolok) dan nilai 1 (kurang, terjadi perubahan dan penodaan warna yang sangat menyolok).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tanin Gambir

Pada proses pewarnaan kain menggunakan ekstrak gambir, komponen yang sangat berperan adalah tanin. Hasil identifikasi dari gambir asalan menggunakan X-Ray Diffraction (XRD) menunjukkan adanya komponen utama yaitu katekin, katekin anhidrat (tanin) dan pirokatekol [12]. Secara kualitatif besarnya komponen utama yang terkandung dalam ekstrak gambir adalah seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis gambir asalan

No.	Parameter Uji	Satuan	Hasil Analisa
1.	Katechin	%	32,12
2.	Tanin	%	51,14

Sumber: Hasil penelitian sendiri (2014)

Tabel 1 memperlihatkan bahwa kandungan tanin dan katekin dalam ekstrak gambir cukup besar yaitu 51,14% dan 32,12%, dengan tanin sebagai komponen terbesarnya. Hasil ini sejalan dengan pernyataan dari Thorpe dan Whiteley (1921) dalam [19] dimana komponen utama penyusun dari gambir adalah katekin (7 - 33%), asam katechu tannat atau tanin (20 - 55%) dan pirokatekol (20 - 30%). Perbedaan antara tanin dan katekin adalah tanin berasa sepat dan digunakan sebagai pewarna dan penyamak, sementara katekin berasa manis dan digunakan sebagai bahan baku obat-obatan, pangan dan kosmetik.

Tanin merupakan senyawa polifenol yang larut dalam air secara alami dengan berat molekul tinggi (500-3000). Tanin mengandung gugus fenolik hidroksil yang dapat membentuk ikatan silang yang efektif antara serat protein dan makromolekul lainnya yang dapat memberikan warna [8]. Tanin gambir bila dilarutkan dalam air dan digunakan untuk mewarnai tekstil akan memberikan warna coklat muda. Penambahan logam mordan ditujukan untuk menghasilkan warna akhir yang bervariasi. Perubahan warna kain dari coklat muda menjadi kekuningan, coklat kemerahan, coklat kehijauan sampai kehitaman dipengaruhi oleh jenis mordan dan metoda *mordanting* yang digunakan [12], [14]–[16], [20].









Hasil Pewarnaan

Hasil pewarnaan kain katun dan sutera batik dengan pewarna gambir menunjukkan arah warna kecoklatan seperti pada Tabel 2. Penggunaan bahan pelorod soda abu yang dikombinasi dengan kanji memberikan intensitas warna yang sedikit lebih kuat dibandingkan dengan pemakaian soda abu saja.

Dilihat dari jenis kain yang digunakan, afinitas zat warna gambir terhadap serat protein atau sutera adalah lebih tinggi dibandingkan dengan serat selulosa atau kain katun sehingga secara visual warna kain yang dihasilkan terlihat lebih tua. Serat sutera mempunyai kemampuan yang lebih tinggi dalam membentuk kompleksitas dengan molekul zat warna alam pada umumnya karena kandungan gugus NH_3 yang dimilikinya. Pengamatan yang dilakukan sewaktu proses pencelupan menunjukkan bahwa serat protein membutuhkan zat warna yang lebih banyak dibandingkan serat selulosa. Hal ini disebabkan sifat dari serat sutera yang mampu menyerap air/larutan yang lebih tinggi. Kondisi ini memungkinkan penyerapan zat warna juga lebih besar sehingga intensitas warna yang dihasilkan lebih tinggi. Masing-masing perlakuan baik dengan menggunakan mordan ataupun bahan pelorod yang berbeda menghasilkan arah warna dengan perbedaan yang lebih jelas.

Pewarnaan kain katun dengan masing-masing perlakuan menunjukkan arah warna yang sedikit berbeda untuk penggunaan mordan yang berbeda. Secara visual, warna yang dihasilkan dengan mordan CaO dan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ yaitu; coklat untuk mordan CaO , coklat muda untuk mordan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. Perbedaan warna lebih disebabkan oleh penyerapan warna logam yang digunakan sebagai mordan dan bukan oleh jenis bahan pelorod. Gugus $-\text{OH}$ dalam makromolekul serat selulosa bertanggung jawab terhadap reaktivitas, penyerapan dan sifat pembengkakan serat [5] yang memfasilitasi difusi pewarna ke dalam pori-pori serat serta meningkatkan afinitas dari serat selulosa.

Tabel 2. Hasil pewarnaan kain batik katun dan sutera menggunakan pewarna gambir

Perlakuan	Kain Katun		Kain Sutera	
	CaO	Al ₂ (SO ₄) ₃	CaO	Al ₂ (SO ₄) ₃
Soda Abu				
Soda Abu dan Kanji				

Arah Warna

Warna diartikan sebagai sensasi yang diciptakan oleh otak manusia terhadap suatu benda sebagai pembiasan cahaya oleh bahan pada panjang gelombang tertentu (biasanya 400-700 nm untuk cahaya tampak). Komisi Internasional de Eclairage telah menciptakan sistem CIE untuk numerikal dari spesifikasi warna. Nilai L* a* b* dari benda ditentukan dengan menggunakan spektrofotometri cahaya tampak pada ruang warna 3-D untuk membantu mengukur warna. Koordinat warna L* menunjukkan terang dan gelap warna benda pada kisaran antara 0 - 100 (0 = hitam dan 100 = putih). a* dan b* merupakan nilai chroma, dimana (+) a* menandakan kemerahan, (-) a* kehijauan, (+) b* kekuningan dan (-) b* kebiruan [21]. Nilai koordinat warna L* a* b* pada ruang warna dari kain batik dengan pewarna gambir diperlihatkan pada Tabel 3.

Nilai kecerahan warna (L*) kain batik yang dilorod dengan soda abu untuk semua perlakuan lebih tinggi bila dibandingkan dengan proses pelorodan menggunakan campuran soda abu dan kanji. Artinya warna yang dihasilkan lebih terang atau muda. Penggunaan mordan Al₂(SO₄)₃ pada kain katun dan sutera memberikan tingkat kecerahan yang lebih tinggi dibandingkan dengan mordan CaO.

Kain sutera memberikan nilai a* yang lebih tinggi dibandingkan dengan kain katun, yang ditunjukkan dengan arah warna kemerahan yang lebih kuat. Hal ini didukung oleh hasil pewarnaan secara visual pada Tabel 1, dimana warna yang dihasilkan terlihat merah yang lebih pekat. Bila ditinjau dari penggunaan mordan, maka mordan CaO menghasilkan warna yang lebih tinggi dari pemakaian mordan Al₂(SO₄)₃. Penelitian ini sejalan dengan arah warna yang dihasilkan pada pewarnaan alami menggunakan pewarna kayu secang (*Caesalpinia sappan* Linn), dimana intensitas warna yang dihasilkan pada kain sutera lebih tinggi dibandingkan kain katun. Hal ini karena serat sutera mengandung NH₂ yang memberikan ion NH₃⁺ yang bersifat reaktif, sementara zat warna alam kelebihan elektron (OH⁻) sehingga menyebabkan kedua senyawa ini sangat mudah bereaksi [22].

Tabel 3. Nilai koordinat warna L* a* b* kain batik dengan pewarna gambir

Perlakuan			L*	a*	b*
Soda Abu	Katun	CaO	43,40	16,93	24,78
		Al ₂ (SO ₄) ₃	68,32	13,56	16,11
	Sutera	CaO	45,52	18,71	24,89
		Al ₂ (SO ₄) ₃	67,12	14,15	21,74
Soda Abu+ Kanji	Katun	CaO	31,27	8,64	10,15
		Al ₂ (SO ₄) ₃	64,89	7,06	9,92
	Sutera	CaO	23,92	14,50	9,61
		Al ₂ (SO ₄) ₃	49,73	12,78	12,39

Ketahanan luntur warna

Ketahanan luntur warna dalam bahasan ini adalah ketahanan dari kain hasil pewarnaan terhadap perubahan setiap karakteristik warna atau penodaan pada kain putih lainnya saat perlakuan pencucian, gosokan dan pengaruh sinar. Sejumlah penelitian telah dilakukan untuk mengupayakan peningkatan ketahanan luntur warna kain hasil pewarnaan diantaranya dengan penambahan logam mordan [5], [23]. Hasil pengujian ketahanan luntur warna terhadap pencucian 40°C, gosokan dan sinar ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai ketahanan luntur warna terhadap pencucian 40°C, gosokan dan sinar terang hari

Perlakuan			Pencucian 40°C		Gosokan	Sinar
			Perubahan Warna	Penodaan Warna		
Soda Abu	Katun	CaO	4	4-5	4-5	4
		Al ₂ (SO ₄) ₃	4	4-5	4-5	4-5
	Sutera	CaO	4	4-5	4-5	4
		Al ₂ (SO ₄) ₃	4	4-5	4-5	4
Soda Abu+ Kanji	Katun	CaO	4-5	4-5	4-5	4-5
		Al ₂ (SO ₄) ₃	3-4	4-5	4-5	4-5
	Sutera	CaO	4-5	4-5	4-5	4-5
		Al ₂ (SO ₄) ₃	4-5	4-5	4-5	4-5

Produk tekstil selalu mengalami proses pencucian akibat keseringan pemakaiannya, sehingga ketahanan terhadap pencucian merupakan salah satu kriteria penting bagi konsumen. Nilai penodaan warna pada kain lain sewaktu pencucian 40°C untuk semua perlakuan adalah baik sampai sangat baik (4-5), artinya tidak melunturi kain lain yang dicuci secara bersamaan atau keberadaannya berdekatan. Begitu juga dengan perubahan warna dari kain batik dengan pewarna gambir adalah baik (4) dan baik sampai sangat baik (4-5) kecuali untuk kain katun yang dimordan dengan Al₂(SO₄)₃ adalah cukup baik sampai baik (3-4).

Ketahanan luntur warna terhadap gosokan untuk semua perlakuan bernilai baik sampai sangat baik (4-5). Hal ini menandakan kain batik hasil pewarnaan menggunakan pewarna gambir tahan terhadap panas penyeterikaan. Ketahanan dapat tercapai karena kompleksitas antara mordan, pewarna gambir, dan serat kain yang cukup kuat terhadap pengaruh gosokan. Hasil ini sejalan dengan beberapa penelitian yang telah dilakukan dalam penggunaan gambir untuk pewarna tekstil yang menunjukkan nilai ketahanan luntur warna yang baik sampai sangat baik [11], [12], [24], [25].

Rata-rata hasil pengujian ketahanan luntur warna terhadap sinar terang hari menunjukkan hasil yang baik sampai sangat baik (4-5). Dari penelitian penggunaan gambir sebagai pewarna pada kain polos dan benang tenun [11]–[13] didapatkan hasil yang bervariasi antara kurang (2) sampai baik (4). Akan tetapi pada pewarnaan kain batik, pada umumnya memberikan nilai ketahanan luntur warna yang baik sampai sangat baik [14], [15]. Kemungkinan ini disebabkan pada pewarnaan batik dilakukan proses pelorodan yang menggunakan soda abu atau kanji atau campuran keduanya. Larutan soda abu atau kanji dapat berfungsi sebagai agen fiksator yang meningkatkan nilai ketahanan luntur warna. Fiksator atau yang sering disebut mordan membentuk ikatan-H intramolekul yang kuat antara pewarna dan serat sehingga stabilitas pewarna meningkat dan sensitivitas terhadap oksidasi fotokimia menjadi berkurang [26].

KESIMPULAN

Komponen utama gambir adalah tanin dan katekin dengan tanin sebagai komponen terbesarnya (±51,14%), sehingga sangat potensial sebagai sumber pewarna. Perlakuan pelorodan menggunakan soda abu atau campuran soda abu kanji memberikan pengaruh yang berbeda terhadap hasil pewarnaan, arah warna dan ketahanan luntur warna terutama pada penggunaan mordan CaO pada kain sutera. Jenis kain sutera dan mordan CaO memberikan intensitas warna yang lebih tinggi dimana warna coklat yang dihasilkan lebih tua, koordinat warna lebih kemerahan

dibandingkan dengan kain katun dengan mordan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. Rata-rata ketahanan luntur warna untuk semua perlakuan bernilai baik sampai sangat baik (4-5).

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami sampaikan terima kasih kepada Balai Riset dan Standardisasi Industri Padang, Kementerian Perindustrian untuk bantuan pendanaan dan fasilitas selama penelitian. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada Marlusi dan Sulastri atas bantuan dan kerja kerasnya selama pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Shahid-ul-Islam *et al.*, "Exploiting the potential of polyphenolic biomordants in environmentally friendly coloration of wool with natural dye from *Butea monosperma* flower extract," *J. Nat. Fibers*, vol. 00, no. 00, pp. 1–12, 2018.
- [2] M. Yusuf, M. Shabbir, and F. Mohammad, "Natural colorants: Historical, processing and sustainable prospects," *Nat. Products Bioprospect.*, vol. 7, no. 1, pp. 123–145, 2017.
- [3] T. Rossi, P. M. S. Silva, L. F. De Moura, M. C. Araújo, J. O. Brito, and H. S. Freeman, "Waste from eucalyptus wood steaming as a natural dye source for textile fibers," *J. Clean. Prod.*, 2016.
- [4] M. Shahid, Shahid-Ul-Islam, and F. Mohammad, "Recent advancements in natural dye applications: A review," *J. Clean. Prod.*, vol. 53, pp. 310–331, 2013.
- [5] M. A. R. Bhuiyan, A. Islam, A. Ali, and M. N. Islam, "Color and chemical constitution of natural dye henna (*Lawsonia inermis* L) and its application in the coloration of textiles," *J. Clean. Prod.*, vol. 167, pp. 14–22, Nov. 2017.
- [6] S. Adeel, M. Zuber, Fazal-ur-Rehman, and K. M. Zia, "Microwave-assisted extraction and dyeing of chemical and bio-mordanted cotton fabric using harmal seeds as a source of natural dye," *Environ. Sci. Pollut. Res.*, vol. 25, no. 11, pp. 11100–11110, 2018.
- [7] C. Mouri, V. Mozaffarian, X. Zhang, and R. Laursen, "Characterization of flavonols in plants used for textile dyeing and the significance of flavonol conjugates," *Dye. Pigment.*, vol. 100, no. 1, pp. 135–141, 2014.
- [8] K. H. Prabhu and M. D. Teli, "Eco-dyeing using *Tamarindus indica* L. seed coat tannin as a natural mordant for textiles with antibacterial activity," *J. Saudi Chem. Soc.*, vol. 18, no. 6, pp. 864–872, 2014.
- [9] G. Yeni, S. Silfia, and Y. H. Diza, "Pengaruh jenis pelarut dan kecepatan homogenizer terhadap karakteristik partikel katekin gambir," *J. Litbang Ind.*, vol. 9, no. 1, pp. 9–14, Jun. 2019.
- [10] H. Muchtar, I. T. Anova, and A. Ardinal, "Pengaruh penggunaan senyawa pengomplek dan bahan tambahan terhadap mutu tinta pemilu dari ekstrak gambir (*Uncaria gambir* Roxb)," *J. Litbang Ind.*, vol. 4, no. 2, p. 89, Dec. 2014.
- [11] S. Sofyan, F. Failisnur, and S. Sy, "Pengaruh perlakuan limbah dan jenis mordan kapur, tawas, dan tunjung terhadap mutu pewarnaan kain sutera dan katun menggunakan limbah cair gambir (," *J. Litbang Indsutri*, vol. 5, no. 2, pp. 79–89, 2015.
- [12] F. Failisnur, S. Sofyan, A. Kasim, and T. Angraini, "Study of Cotton Fabric Dyeing Process With Some Mordant Methods By Using Gambier (*Uncaria gambir* Roxb) Extract," *Int. J. Adv. Sci. Eng. Inf. Technol.*, vol. 8, no. 4, pp. 1098–1104, 2018.
- [13] F. Failisnur and S. Sofyan, "Pengaruh suhu dan lama pencelupan benang katun pada pewarnaan alami dengan ekstrak gambir (*Uncaria gambir* Roxb)," *J. Litbang Indsutri*, vol. 6, no. 1, pp. 25–37, 2016.
- [14] Failisnur, Sofyan, and W. Hermianti, "Pemanfaatan limbah cair pengempaan gambir untuk pewarnaan kain batik," *J. Litbang Ind.*, vol. 7, no. 1, pp. 19–28, 2017.
- [15] S. Sofyan and F. Failisnur, "Gambir (*Uncaria gambir* Roxb) sebagai pewarna alam kain batik sutera, katun, dan rayon," *J. Litbang Indsutri*, vol. 6, no. 2, pp. 89–98, 2016.
- [16] V. Atika, Farida, and T. Pujilestari, "Kualitas pewarnaan ekstrak gambir pada batik sutera," *Din. Kerajinan dan Batik*, no. 7, pp. 25–32, 2016.
- [17] A. Alamsyah, "Kerajinan Batik dan Pewarnaan Alami," *Endogami J. Ilm. Kaji. Antropol.*, vol. 1, no. 2, p. 136, 2018.

- [18] T. Pujilestari, "Pengaruh ekstraksi zat warna alam dan fiksasi terhadap ketahanan luntur warna pa kain batik katun," *Din. Kerajinan dan Batik*, vol. 31, no. 1, pp. 1–9, 2014.
- [19] H. Muchtar, "Pengaruh penambahan garam natrium dalam proses pengendapan limbah pengolahan gambir terhadap rendemen tanin," *J. Litbang Ind.*, vol. 3, no. 1, pp. 59–65, 2013.
- [20] Failisnur and G. Yeni, "Stabilization of gambier process wastewater and its application as silk dye," *Biopropal Ind.*, vol. 4, no. 1, pp. 7–16, 2013.
- [21] S. Gupta and D. Rastogi, "Colour and fastness properties of natural dyed wool for carpets : Effect of chemical wash," *Int. J. Text. Sci.*, vol. 3, no. 1A, pp. 6–14, 2014.
- [22] F. Failisnur, S. Sofyan, and S. Silfia, "Ekstraksi kayu secang (*Caesalpinia sappan* Linn) dan aplikasinya pada pewarnaan kain katun dan sutera," *J. Litbang Ind.*, vol. 9, no. 1, pp. 33–40, Jun. 2019.
- [23] M. N. Bukhari *et al.*, "Dyeing studies and fastness properties of brown naphtoquinone colorant extracted from *Juglans regia* L on natural protein fiber using different metal salt mordants," *Text. Cloth. Sustain.*, vol. 3, no. 1, p. 3, Dec. 2017.
- [24] S. Sofyan and F. Failisnur, "Reuse of liquid waste from textile dyeing with natural dyes gambier (*Uncaria gambir* Roxb.) for cotton yarn dyeing," *ARPN J. Eng. Appl. Sci.*, vol. 12, no. 18, pp. 5313–5318, 2017.
- [25] Failisnur and Sofyan, "Pengaruh suhu dan lama pencelupan benang katun pada pewarnaan alami dengan ekstrak gambir (*Uncaria gambir* Roxb)," *J. Litbang Ind.*, vol. 6, no. 1, pp. 25–37, 2016.
- [26] S. Ali, T. Hussain, and R. Nawaz, "Optimization of alkaline extraction of natural dye from Henna leaves and its dyeing on cotton by exhaust method," *J. Clean. Prod.*, vol. 17, pp. 61–66, 2009.